

II. BONNES PRATIQUES DE LABORATOIRE (BPL)

I. Introduction

Les Bonnes Pratiques de Laboratoire (BPL) sont un ensemble de règles rédigées sous forme de procédures dont l'application doit permettre la qualification d'un travail dans le cadre des normes de qualité.

Elles définissent notamment les responsabilités du personnel, la gestion et la maintenance des équipements, la validation des procédés et des méthodes, les règles d'hygiène et sécurité.

Les principes de BPL correspondent à des orientations générales qui ont été, à l'origine principalement établies dans le but de définir les modalités à suivre pour planifier les études de toxicité chronique, les conduire et en diffuser les résultats.

Avec l'extension du champ d'application des BPL à d'autres types d'études, il devient nécessaire d'appliquer les principes des BPL à des domaines particuliers.

Certes, tous les points fondamentaux des BPL ne pourront pas être appliqués à tous les travaux effectués dans les laboratoires, mais il est devenu urgent d'essayer de s'y conformer pour une meilleure qualité des résultats.

I.1. Sécurité et hygiène dans les laboratoires

L'étude de la santé et la sécurité des travailleurs dans les laboratoires est une discipline très large qui recouvre de nombreux domaines spécialisés. Dans son sens le plus général, elle doit viser à:

- promouvoir et maintenir le plus haut degré possible de bien-être physique, mental et social des travailleurs dans tous les spécialités ;
- prévenir les effets néfastes sur la santé des travailleurs dus à leurs conditions de travail;
- protéger les travailleurs contre les dangers qui menacent leur santé;
- placer et maintenir les travailleurs dans un environnement de travail adapté à leurs besoins physiques et mentaux;
- -adapter le travail aux hommes.

I.2.Prévention

La prévention est la première démarche élémentaire de sécurité. Prévenir les accidents, c'est tout à la fois avoir une bonne connaissance du travail à effectuer, respecter l'affichage de sécurité, avoir un bon comportement au laboratoire, exercer une protection personnelle efficace, étiqueter, entreposer et éliminer correctement les produits chimiques

I.3.Protection personnelle

❖ Protection oculaire

Au laboratoire, **on doit toujours porter des lunettes de sécurité**. Les verres de contact ne devraient pas être portés dans le laboratoire : des vapeurs organiques ou corrosives peuvent les endommager de façon irréversible ou s'infiltrer sous la lentille.

❖ Blouse

Les blouses doivent être en tissu de **COTON** résistant et équipés de boutons pression de préférence ; ils doivent être assez longs pour protéger les jambes. Il est préférable de porter des chaussures qui recouvrent entièrement le pied.

❖ Gants

Le port de gants en latex peut être recommandé ou indispensable pour certaines manipulations, telles celles de :

- produits corrosifs ;
- produits très toxiques par voie cutanée

II. Gestion de la qualité dans le laboratoire.

La qualité d'un laboratoire est considérée comme sa capacité de fournir des résultats précis, fiables, au bon moment et au meilleur coût. Pour atteindre cet objectif, la mise en place d'un Système de Management de la Qualité est nécessaire.

Les systèmes de gestion de la qualité dans les laboratoires assurent la fiabilité de tous les aspects des opérations. Par conséquent, le système de gestion de la qualité dans les laboratoires exige la qualité dans toutes les pratiques, y compris l'environnement, les procédures qualité, la tenue des dossiers, les ressources humaines, les réactifs, ainsi que les équipements et instruments.

II.1.Gestion de l'échantillon

La gestion de l'échantillon constitue une partie du contrôle du processus, c'est l'un des points essentiels du système de gestion de la qualité. La qualité du travail qu'un laboratoire

fournit dépend de la qualité des échantillons qu'il utilise pour ses analyses. Le laboratoire doit être proactif pour s'assurer que les échantillons qu'il reçoit remplissent toutes les conditions nécessaires pour fournir des résultats exacts.

ISO et CLSI définissent un échantillon comme « une ou plusieurs parties prélevées sur un système dans l'intention de donner des informations sur ce système » (ISO 15189:2007). Le terme spécimen est très largement utilisé au laboratoire, mais la terminologie utilisée dans les documents ISO est « échantillon primaire » ou juste « échantillon ».

Une gestion appropriée des échantillons est critique pour assurer la justesse et la fiabilité des résultats d'analyse, et ainsi donner confiance dans le diagnostic du laboratoire. Les résultats du laboratoire influencent les décisions ultérieures et peuvent avoir un impact significatif sur les soins apportés au patient, ou du devenir d'une production alimentaire. Elles peuvent également affecter l'efficacité du laboratoire, la répétition des analyses ayant pour conséquence un gaspillage de temps, de consommables et de réactifs.

II.2. Composantes de la gestion de l'échantillon

Des lignes de conduite écrites sur la gestion de l'échantillon doivent être établies et être incluses dans le manuel du laboratoire. Les composantes devant être abordées sont :

- L'information nécessaire sur les demandes d'analyses ou sur les formulaires;
- Le traitement des demandes urgentes;
- Le recueil, l'étiquetage, la conservation et le transport;
- Les pratiques de sécurité (contenant qui fuit ou cassé, contamination, autres risques);
- L'évaluation, le traitement, et la traçabilité des échantillons;
- Stockage, conservation/archivage, et élimination.

II.3. Stockage, conservation et élimination de l'échantillon

❖ Stockage de l'échantillon

Des lignes de conduite écrites devraient être développées et contenir :

- Une description des échantillons qui devraient être stockés ;
- La durée de conservation ;
- Le lieu de conservation : prendre en compte la facilité d'accès ;
- Les conditions de stockage, telles que les exigences atmosphériques et la température ;
- Un système pour l'organisation du stockage, une des méthodes consiste à stocker les échantillons par jour de réception ou par leur numéro d'accès.

❖ Elimination de l'échantillon

- Il est de la responsabilité du laboratoire de s'assurer que l'élimination des déchets se fasse en toute sécurité. Pour assurer une élimination appropriée des échantillons:
- Développer une ligne de conduite pour l'élimination des échantillons ; appliquer les règlements locaux et nationaux concernant l'élimination des déchets de laboratoire;
- Etablir et respecter les procédures pour désinfecter les échantillons avant leur élimination.

III. Organisation et personnel de laboratoire

Le laboratoire doit disposer d'un nombre suffisant de personnes qualifiées et d'une bonne organisation permettant la réalisation d'une étude conformément aux principes de BPL.

Pour ce la les responsabilités doivent être situées.

La direction doit veiller au respect des principes de BPL.

Elle doit s'assurer avant toute étude qu'elle dispose d'un nombre suffisant de personnes qualifiées, un équipement approprié et les réactifs nécessaires à la réalisation totale de cette étude.

Pour cela elle doit consulter le curriculum vitae des personnes impliquées dans l'étude, revoir les stocks de réactifs et calibrer les appareils qui devront être utilisés lors de l'étude.

Après avoir choisi, le personnel qualifié, la direction doit veiller à ce que ce personnel comprenne clairement les tâches qu'il doit remplir.

Donc des modes opératoires normalisés (M.O.N) pertinents et techniquement valides doivent être définis et suivis.

La direction doit aussi veiller à l'existence d'un programme d'assurance qualité(A.Q.), s'assurer qu'une personne est désignée comme responsable des archives, veiller à ce que les fournitures reçues remplissent les conditions nécessaires à leur utilisation dans une étude et vérifier que les éléments d'essai sont correctement caractérisés.

Le directeur de l'étude doit diriger l'étude et à l'issue de celle-ci s'assurer de l'établissement du rapport final.

III.1. Personnel de laboratoire

Le personnel constitue la ressource la plus importante du laboratoire. Des personnes intègres, qui reconnaissent l'importance de leur travail et qui participent à une amélioration constante, sont la condition clef de la mise en œuvre d'un système de gestion de la qualité.

Le personnel de laboratoire est constitué de personnes qui travaillent dans le laboratoire, notamment le **directeur de laboratoire** et des chercheurs,

- Des chercheurs post doctoraux,
- Des techniciens,
- Des étudiants du premier cycle et des cycles supérieurs,
- Des scientifiques invités,
- Des bénévoles de laboratoire,

Le directeur de laboratoire doit veiller :

- D'embaucher un nombre de personnes approprié à la charge de travail ;
- De créer des descriptifs de poste complètes et détaillées pour chaque employé ;
- De former chaque employé à leurs tâches spécifiques;
- D'orienter les nouveaux employés. Les différences entre laboratoires sont fréquentes, le directeur devra donc s'assurer que les nouveaux employés sont bien orientés et bien formés même ceux avec beaucoup d'expérience ;

Un technicien de laboratoire est une personne qui effectue des travaux pratiques dans les laboratoires. Les techniciens de laboratoire travaillent dans divers contextes, notamment les soins de santé, l'industrie, la recherche et les établissements d'enseignement. Les techniciens de laboratoire peuvent travailler dans une grande variété de domaines tels que la médecine, la biologie, la chimie, l'électronique, la géologie et l'environnement.

Les principales tâches d'un technicien de laboratoire comprennent normalement :

- Réception, traitement et analyse des échantillons. Selon le milieu de travail, les échantillons peuvent être constitués de sang et de tissus (soins de santé) ; l'air, l'eau, le sol et la roche (environnement, santé publique et exploitation minière) ; produits chimiques (industrie chimique et pharmaceutique), etc.
- Réaliser des tests sur de nouveaux produits ou procédés expérimentaux.
- Concevoir et réaliser des tests de laboratoire selon les procédures standard.
- Utiliser, nettoyer et entretenir divers types d'équipements.

- Manipulation et stockage de produits chimiques et autres matériaux.
- Manipulation de bouteilles de gaz comprimé.
- Tâches administratives telles que la tenue des cahiers, la documentation des procédures et la préparation des commandes et des factures.

Tout le personnel du laboratoire est responsable de :

- Participer à la formation sur la sécurité des laboratoires, l'hygiène chimique et la gestion des déchets dangereux et à d'autres formations applicables.
- Manipuler et éliminer les produits chimiques en toute sécurité.
- Utiliser des contrôles techniques appropriés (par exemple, une enceinte de sécurité biologique, une sorbonne chimique, une protection contre les rayonnements) et un EPI lorsque vous travaillez en laboratoire.
- Examiner et comprendre les procédures d'intervention d'urgence.

IV. Les installations du laboratoire

L'activité des laboratoires d'analyses chimiques peut être la source de nombreux risques professionnels et notamment de risques biologiques. Certes, il est possible d'appliquer des mesures de prévention collective et individuelle, mais les mesures de prévention sont encore plus efficaces lorsqu'elles sont prises en compte dès la conception des locaux.

Les laboratoires d'analyses chimiques doivent suivre des réglementations précises tant pour la qualité des analyses, que pour la santé et la sécurité des personnes qui y travaillent.

L'évaluation de ces risques permet de prendre des mesures pour les limiter, voire les supprimer, en agissant sur les pratiques opératoires mais également sur la conception des postes et des locaux de travail. Les mesures de prévention doivent être mises en place non seulement pour les salariés, mais également pour les clients et le personnel extérieur.

Ainsi, la démarche de conception d'un laboratoire doit viser au moins ces trois objectifs :

- réduire les risques d'accident du travail et de maladie professionnelle ;
- assurer la qualité du service ;
- tenir compte de l'évolution dans le temps (modulation des pièces en fonction de l'avancée technologique).

IV.1. Les installations de base

IV.1. 1. Tables de travail ou paillasses

La table de travail d'un laboratoire possède les installations nécessaires : tiges, source d'énergie, ventilation ...Elle est prévue en général pour le travail debout. La table des balances est spécialement conçue pour un travail sans vibrations.

IV.1. 2. Hottes ou sorbonnes

Les ouvertures d'aspiration assurent une bonne ventilation lors du dégagement de gaz ou de vapeurs. Les vitres en verre de sécurité protègent des projections et des explosions. La robinetterie est disposée à l'intérieur de la hotte.

IV.2. Stockage des produits chimiques

Le travail dans un laboratoire de chimie se caractérise par la manipulation et le stockage d'un grand nombre de produits chimiques très divers (substances et préparations) conditionnés pour la plupart en petits volumes. Certains produits peuvent réagir violemment les uns avec les autres, ils ne doivent donc pas être stockés au même endroit. Les produits stockés doivent être correctement identifiés. Un local de stockage isolé du reste du bâtiment de laboratoire permet de limiter les risques de propagation d'incendie et l'exposition du personnel.

IV.2.1. Lieux de stockage

IV.2.1.1. Etagères

Dans un laboratoire, seules les substances contenues dans des bouteilles jusqu'à un litre et ne dégageant pas de vapeurs toxiques peuvent être conservées sur les étagères.

Les solvants inflammables ne peuvent être gardés qu'en quantité ≤ 250 mL. La quantité totale des solvants ne doit pas dépasser 5 litres.

IV.2.1.2. Armoire aux acides/bases

Elle doit être ventilée et recouverte à l'intérieur de matière synthétique.

IV.2.1.3. Réserve de solvants

Un magasin ou réserve, équipé d'un dispositif de protection contre l'incendie, assure le stockage à long et moyen termes des solvants en bidons ayant des contenances entre 5 et 20 L. Le volume total est de 500 à 2000 litres.

IV.2.1.4. Local de stockage des produits chimiques

Ces derniers sont souvent stockés dans un local séparé dans lequel les mesures de sécurité doivent être les mêmes que pour le laboratoire :

- Prévention et lutte contre l'incendie
- Prévention et lutte contre les dispersions accidentelles
- Ventilation et conditionnement d'air

- Installations électriques et éclairage
- Rayonnages ou étagères

On évitera le voisinage de produits incompatibles ainsi que le rangement en hauteur des flacons en verre contenant des produits corrosifs.

IV.2.1.5. Réfrigérateur

On y conserve des substances volatiles et sensibles à la chaleur. Il ne doit en aucun cas contenir des denrées alimentaires. Le stockage dans un réfrigérateur présente deux risques principaux :

- le risque d'incendie et/ou d'explosion
- le risque d'intoxication par inhalation.

Ces risques peuvent se manifester par exemple par formation d'une atmosphère dangereuse (explosible ou toxique) à l'intérieur de l'enceinte réfrigérée consécutive à un réchauffement accidentel (pouvant s'accompagner d'une ouverture de flaconnage). La maîtrise de ces risques peut être obtenue par la mise en oeuvre de diverses dispositions :

- On veillera à la bonne stabilité des récipients stockés.
- Un produit inflammable ne sera stocké que dans un réfrigérateur ne comportant à l'intérieur aucun composant pouvant constituer une source d'ignition.
- Le bon fonctionnement de l'appareil de réfrigération sera facilement contrôlable de l'extérieur (pour cela on peut prévoir l'affichage de la température en façade, complété par des systèmes d'alarme visuels ou sonores).
- Dans le cas d'un appareil de réfrigération destiné à être ouvert fréquemment, on prévoira un système de ventilation interne permettant une homogénéisation rapide des températures.

IV.2.1.6. Stockage des bouteilles de gaz

Il est souhaitable de stocker les bouteilles de gaz à l'extérieur du bâtiment de laboratoire. Le stockage en extérieur doit être

- réservé à cette fonction
- situé à distance des locaux occupés (une dizaine de mètres)
- construit en matériaux incombustibles
- couvert d'une toiture protégeant du soleil et des intempéries
- fermé à clef
- largement ventilé au moyen d'une porte grillagée ouvrant vers l'extérieur
- muni de pancartes portant les identifications des gaz









Toutefois, certaines circonstances peuvent amener à stocker les bouteilles de gaz à proximité immédiate du point d'utilisation. Il conviendra :

- d'interdire de fumer
- d'interdire l'utilisation de feux nus
- de réduire les installations électriques au strict nécessaire
- de placer à l'extérieur tout appareil susceptible de produire des étincelles
- d'assurer la stabilité des bouteilles ...

IV.2.2. Récipients de stockage

Ils sont de formes et de contenances différentes : bidon, bouteille, ampoule, boîte, sac ... Différents matériaux d'emballage sont utilisés : verre, plastique, métal, carton, papier ...

Tableau 1 : Récipients de stockage selon l'état physique des échantillons

Contenu	Récipient	Dénomination / Remarques
Corps solides (poudres, granulés)		Flacons à cols larges en verre ou matière synthétique, bruns ou incolores, avec couvercle à visser
Substances liquides épaisses		Bouteilles à cols larges en verre brun ou incolore, avec couvercle à visser ou bouchon en verre
Liquides		Bouteilles à cols étroits en verre brun ou incolore, avec couvercle à visser ou bouchon en verre ou en plastique
Liquides en grande quantité		Bidons en tôle ou matière synthétique
Substances volatiles sensibles à l'air et à l'humidité, ainsi que substances stériles		Ampoules en verre à fond plat lorsque le contenu est à pression normale, sinon à fond bombé
Liquides sous pression		Bombes aérosols
Gaz liquéfiés, gaz		Bouteilles de gaz sous pression
Déchets solides		Poubelles fermées avec sac en plastique à l'intérieur

V. Les équipements du laboratoire

V.1. Gestion de l'équipement

La gestion de l'équipement est l'un des points essentiels du système de gestion de la qualité.

Une bonne gestion de l'équipement au laboratoire est nécessaire pour assurer la justesse, la fiabilité et la pertinence des analyses.

Les bénéfices d'une bonne gestion de l'équipement sont nombreux :

- Aide à maintenir un haut niveau de fonctionnement du laboratoire
- Réduit les variations entre les résultats des tests, et augmente la confiance du technicien dans la justesse des résultats
- Diminue les frais de réparation, moins de réparations seront nécessaires sur un équipement bien entretenu
- Augmente la durée de vie des instruments
- Réduit les interruptions de fonctionnement dues à des pannes et des défauts
- Augmente la sécurité pour les employés
- Permet une meilleure satisfaction du client

La gestion des équipements nécessite beaucoup de réflexion et de planification. Lors de la mise en place d'un programme de gestion de l'équipement, les différents éléments à considérer sont : La sélection et l'achat, l'installation, la calibration et l'évaluation du fonctionnement, la maintenance, l'enlèvement et l'élimination des équipements.

La supervision du programme de gestion de l'équipement nécessite :

- D'attribuer les responsabilités pour toutes les activités.
- De s'assurer que tout le personnel est formé au fonctionnement et à la maintenance des appareils.
- De surveiller les activités de gestion de l'équipement:
- Revoir en routine les registres de gestion des équipements ;
- Mettre à jour les procédures quand nécessaire ;
- S'assurer que toutes les procédures sont suivies.

V.2. Validation du nouvel équipement et des techniques associées

- Si l'équipement et/ou les techniques associées sont neufs, les processus de validation seront importants. Ceux-ci pourront être mis en place en analysant les échantillons en

parallèle entre l'ancien et le nouvel équipement (ou avec les anciennes et nouvelles méthodes) pendant un certain temps afin de déterminer si les résultats attendus sont obtenus. Ces procédures de validation doivent être enregistrées.

V.2.1. Inventaire de l'équipement

Il est recommandé de poser une étiquette sur l'instrument indiquant quand la prochaine maintenance doit être faite.

Le laboratoire devrait garder un inventaire écrit de tout son équipement.

L'inventaire devrait être mis à jour avec les informations concernant chaque nouvel équipement, et les informations concernant le retrait du vieil équipement.

Pour chaque équipement, l'inventaire devrait enregistrer:

- Le type d'instrument, marque et numéro de fabrication, numéro de série de l'instrument, ainsi n'importe quel problème peut être signalé facilement au fabricant.
- Date d'achat de l'équipement, s'il a été acheté neuf, d'occasion ou reconditionné ;
- Coordonnées du fabricant/revendeur ;
- Présence ou absence de documentation, de pièces détachées et de contrat de maintenance ;
- Date d'expiration de la garantie ;
- Un numéro d'inventaire indiquant l'année d'acquisition; ceci est particulièrement utile pour les gros laboratoires. Par exemple, utiliser le style "AA-nombre" (04-001, 04-002, etc.) dans lequel les deux derniers chiffres de l'année sont suivis par un nombre attribué dans l'année.
- Au décours de l'inventaire, l'état de l'équipement devrait être spécifié (Fonctionne, Fonctionne partiellement, Ne fonctionne pas).

Ne pas utiliser un équipement défaillant, chercher de l'aide auprès du fabricant ou d'un autre expert technique et placer une note sur l'équipement pour signaler à tout le personnel que l'équipement est hors service.

Les documents et les registres concernant l'équipement sont une partie essentielle du système de qualité. Les lignes de conduite et les procédures pour la maintenance doivent être décrites dans des documents appropriés. Conserver de bons registres permettra une évaluation minutieuse des problèmes qui surviennent.

V.3. Exemple de matériel de laboratoire

V.3.1. La presse hydraulique

La pression de pressage uniaxiale fait référence à l'application d'une pression dans une seule direction axiale pour compacter la poudre dans une matrice rigide. Ce procédé est couramment utilisé pour presser des formes simples aux dimensions fixes, telles que des cylindres ou des carrés/rectangles. Le pressage uniaxial nécessite un moule et une presse hydraulique, et c'est un procédé relativement peu coûteux.



Figure 1: presse hydraulique

V.3.2. Four de et étuve de laboratoire

Ces fours haute température compacts utilisent des matériaux de qualité supérieure et leur simplicité d'utilisation en font des assistants polyvalents pour la recherche et au laboratoire. Ces fours sont également idéalement adaptés à la vitrification de la céramique technique,

Les fours de laboratoire sont souvent utilisés pour la préparation des échantillons. Ils permettent de réaliser différents traitements thermiques, durcissement, recuit... La gamme de four de laboratoire permet de répondre à de nombreux besoins : four à moufle, four à chambre...et jusqu'à 1600°C.



Figure .2: Four de et étuve

V.3.3. Microscopie électronique à balayage (MEB)

C'est une technique basée sur la détection des électrons secondaires récoltés par bombardement de l'échantillon. Elle permet d'obtenir une image à haute résolution et à grande profondeur de champ. La microscopie électronique à balayage apporte des informations sur la forme et la taille des grains. Cette technique permet d'estimer la distribution granulométrique,

La taille moyenne des grains après le frittage et d'évaluer qualitativement la présence de porosité.

L'ensemble des éléments permettant d'obtenir un faisceau d'électrons focalisé au niveau de l'échantillon constitue la colonne électronique.

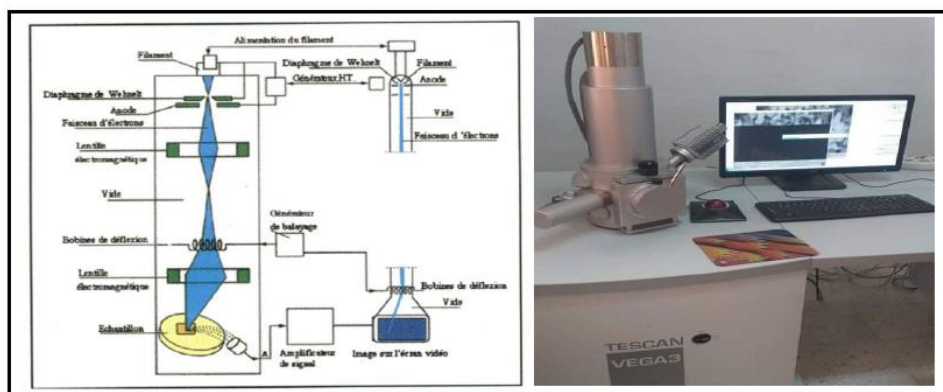


Figure 3: Schéma et Microscopie électronique à balayage JEOL JSM-6390 lv.

V.3.4. Diffraction des rayons X (DRX)

La diffraction de rayons X est une méthode très puissante pour l'investigation des solides cristallins. A l'aide de cette technique on peut obtenir des informations structurales (symétrie cristalline, paramètres de maille, distribution des atomes au sein de la maille élémentaire), texturales (dimensions des cristallites, tensions internes du réseau) et de composition (qualitatives et quantitatives, en comparant la position et l'intensité des raies de diffraction obtenues).



Figure4: Diffraction de rayons X Rigaku (MiniFlex600).

VI. Les réactifs du laboratoire

Les réactifs de laboratoire sont des solutions liquides contenant des substances chimiques spécifiques, telles que des bases, des acides, des sels, etc. Ces solutions sont utilisées pour effectuer des essais scientifiques, chimiques et biologiques avec des expériences et des analyses. Bien que les réactifs aient une composition et une nature chimique uniques, ils peuvent être classés de différentes manières.

En plus des acides, des bases, des sels et des oxydants, il existe d'autres réactifs chimiques utilisés en laboratoire. Un exemple est l'alcool éthylique, un mélange de molécules de carbone, d'oxygène et d'hydrogène. Cette solution est utilisée pour contrôler la solubilité de diverses solutions et également pour effectuer des réactions de séchage. Une solution d'acrylamide est également utilisée pour augmenter la viscosité d'une solution, ce qui peut aider à séparer des composants plus lourds les uns des autres.

VI.1. Différentes compositions des Réactifs de Laboratoire

VI.1.1. Les acides

Premièrement, les réactifs chimiques sont divisés en acides, bases, sels et oxydants. Les acides sont des solutions qui libèrent des ions d'hydrogène (également appelés ions H^+) lorsqu'ils sont dissous dans l'eau. Ces solutions peuvent être utilisées pour aider à contrôler et classer les résultats obtenus lors d'une analyse chimique ou pour produire un certain modèle de fluidité à travers une solution.

VI.1.2. Les bases

Les bases sont des solutions qui libèrent des ions d'hydroxyde (ions OH^-) lorsqu'elles sont dissoutes. Ces solutions sont principalement utilisées pour mesurer le pH d'une solution. D'autre part, les sels sont des solutions contenant des ions métalliques et non métalliques avec des propriétés acides, basiques ou neutres. Ces solutions sont utilisées pour effectuer une analyse électronique particulière.

VI.1.3. Les oxydants

Enfin, les oxydants sont des solutions chimiques qui facilitent l'échange d'atomes d'oxygène avec d'autres atomes dans une réaction chimique. Ces solutions sont utilisées pour contrôler et contrôler la vitesse de réaction chimique. Enfin, il existe d'autres réactifs, tels que l'ammoniacal, les réactifs de chlorure de lithium, les réactifs de sulfate d'aluminium et le nitrate de fer, qui sont utilisés pour l'identification des composants dans une solution. Ces réactifs chimiques sont essentiels pour obtenir les résultats précis d'une solution et la conclusion correcte d'une expérience.

VI.2. Importance des réactifs de laboratoire

De manière générale, les réactifs de laboratoire sont essentiels pour une grande variété d'expériences et d'analyses. Ces réactifs interagissent avec les produits chimiques dans une solution pour produire les résultats souhaités d'un test scientifique. Bien que chaque réactif chimique offre ses propres effets dans une solution, ils forment ensemble une large gamme de compositions uniques capables de produire une variété de résultats différents.

Les réactifs de laboratoire sont un outil important en science, car ils aident à formuler des hypothèses, à trouver des résultats et à tirer des conclusions significatives. Étant donné que les réactifs peuvent avoir une grande variété de compositions chimiques, il est important de comprendre comment chaque réactif interagit avec divers produits chimiques pour obtenir les bons résultats. Les différentes compositions des réactifs de laboratoire peuvent aider les scientifiques à comprendre la composition et le comportement d'une solution et ainsi parvenir à une conclusion correcte.

VII. Les produits chimiques à contrôler

Les produits chimiques présentent des dangers pour les personnes, les installations ou l'environnement : intoxications aiguës, asphyxie, incendie, explosion, pollution... Ils peuvent aussi provoquer des effets plus insidieux, après des années d'exposition du travailleur à de faibles doses, voire plusieurs années après la fin de l'exposition. Ces dangers immédiats et différés doivent être pris en compte dans le cadre d'une même démarche de prévention des risques chimiques.

VII.1. Dangers des produits chimiques

Les dangers, plus ou moins élevés, que présentent les produits chimiques sont les suivants :

VII.1.1. Intoxication, brûlure, irritation

Certains produits chimiques présentent un risque d'intoxication, de brûlure ou d'irritation, soit par action immédiate, soit après une exposition prolongée ou répétée. Ils peuvent alors affecter l'organe ou les tissus qui sont en leur contact, (comme l'œil, la peau ou une muqueuse), un organe éloigné (comme le foie ou les poumons) ou l'organisme tout entier, entraînant alors des maladies très graves, telles que le benzolisme ou le cancer. Leur pénétration dans l'organisme s'effectue par inhalation, absorption cutanée ou ingestion.

VII.1.2. Feu

Certains produits chimiques présentent un risque d'incendie à cause de leur inflammabilité et de leur volatilité.

VII.1.3. Explosion et réactivité

Certaines substances peuvent exploser en raison de leur extrême sensibilité ou réagir brutalement avec d'autres substances, comme l'eau.

On trouvera dans les ouvrages de sécurité et dans les catalogues commerciaux des indications utiles sur les risques inhérents aux produits chimiques ; ces risques sont classés nuls, faibles, moyens ou élevés, selon la nature du produit.

VII.2. Précautions générales d'utilisation des produits chimiques

- Au laboratoire, on doit toujours porter des lunettes de sécurité. Les verres de contact ne devraient pas être portés dans le laboratoire : des vapeurs organiques ou corrosives peuvent les endommager de façon irréversible.
- Il est préférable de porter des gants, des blouses (ils doivent être assez longs pour protéger les jambes) et porter des chaussures qui recouvrent entièrement le pied.
- Il est essentiel de lire attentivement l'étiquette du récipient contenant un produit chimique.
- On doit éviter d'inhaler les vapeurs des solvants organiques. La manipulation de substances toxiques ou de produits risquant d'affecter le système respiratoire doit être faite sous une hotte.
- On ne goûte jamais un produit chimique et on évite son contact avec la peau et les yeux, car certaines substances entraînent des irritations cutanées, provoquent des brûlures ou encore sont absorbées rapidement par la peau.
- On ne doit jamais pipeter avec la bouche, mais employer une poire ou une pipette automatique.
- Ne jamais chauffer au bec bunsen un composé organique ou inflammable. Utiliser une plaque chauffante ou un chauffe-ballon. Si le contenant est fendu ou se brise, il peut y avoir un incendie.
- A près avoir manipulé des produits chimiques et avant de quitter le laboratoire, il est recommandé de se laver les mains avec du savon et de l'eau : l'introduction de contaminants dans l'organisme s'effectue souvent par les mains.

Pour les produits chimiques l'identification des dangers est possible grâce à l'étiquetages de l'emballage, qui propose une symbolique admise sur le plan international, par la Fiche de Données de Sécurité (FDS) fournie par le fabricant, qui offre des indications complémentaires et plus détaillées selon un schéma déterminé, et également par la consultation de répertoires et bases de données recensant des données factuelles et bibliographiques sur un nombre important de produits chimiques.

VII.3. Etiquetage des produits chimiques

L'étiquetage est la première information, essentielle et concise, fournie à l'utilisateur sur les dangers et les précautions à prendre lors de l'utilisation d'un produit dangereux. Il comprend obligatoirement un certain nombre d'informations relatives à la sécurité du produit. Ce sont notamment:

- La désignation ou le nom commercial de la substance ou de la préparation.
- Des indications sur la composition du produit.
- Des indications sur la toxicité du produit.
- Les symboles internationaux, qui représentent les risques les plus sérieux présentés par le produit.
- Les mesures de protection et de premier secours nécessaires (phrases de risques et conseils de prudence).
- Le nom, l'adresse et le numéro de téléphone du fabricant, du distributeur ou de l'importateur.
- Les phrases types R (nature des risques) et S (conseils de prudence et de sécurité).

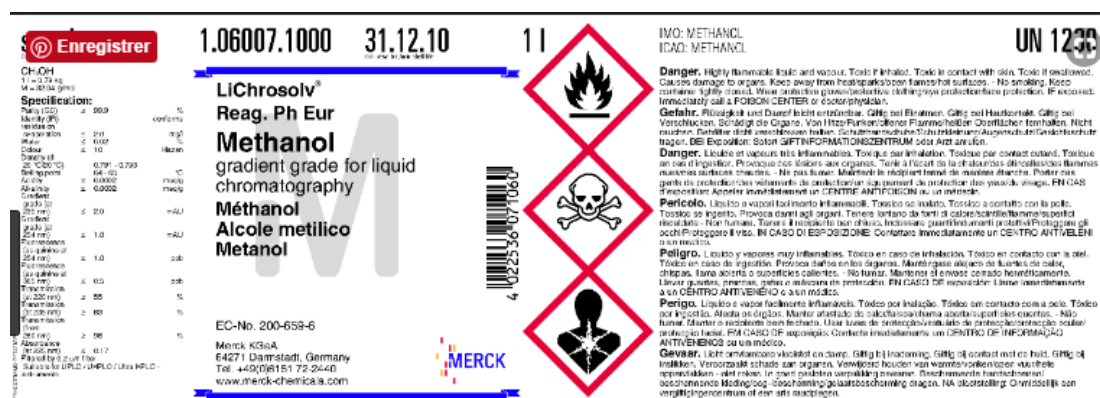












Fig. V.1. Etiquette pour substances dangereuses

VII.4. Symboles d'étiquetage des produits chimiques (pictogrammes)

Depuis l'année 2010, des symboles internationaux sur fond blanc dans un losange rouge sont mis en place par le système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques. Leur date d'introduction ou de remplacement obligatoire des anciens symboles varie par pays et diffère entre les substances et les préparations. Ils sont toutefois déjà reconnus de manière internationale. Le changement coïncide avec celui des Phrases R (risque) et Phrases S (sécurité) dans Le système R&S, remplacés par les phrases H (hazard = danger) et P (précaution) dans le système SGH.

Anciens pictos Le (système R&S)	Nouveaux pictos (système SGH)	Signification des nouveaux pictos
 Toxique  extrêmement toxique		<p>Toxique - Ces produits empoisonnent rapidement, même à faible dose. Ils peuvent provoquer des effets très variés sur l'organisme : nausées, vomissements, maux de tête, perte de connaissance ou d'autres troubles importants entraînant la mort.</p>
 Inflammable  Extrêmement Inflammable		<p>Inflammable - Ces produits peuvent s'enflammer :</p> <ul style="list-style-type: none"> • au contact d'une flamme, d'une étincelle, d'électricité statique...; • sous l'effet de la chaleur, de frottements...; • au contact de l'air; • au contact de l'eau, s'ils dégagent des gaz inflammables (certains gaz s'enflamment spontanément, d'autres au contact d'une source d'énergie - flamme, étincelle ...).
 Nocif  Irritant		<p>Irritant/Nocif - Ces produits chimiques ont un ou plusieurs effets suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • ils empoisonnent à forte dose; • ils sont irritants pour les yeux, la gorge, le nez ou la peau; • ils peuvent provoquer des allergies cutanées (eczémas); • ils peuvent provoquer une somnolence ou des vertiges.
		<p>Corrosifs - suivant les cas ces produits :</p>

Corrosif		<ul style="list-style-type: none"> • attaquent ou détruisent les métaux; • peuvent ronger la peau et/ou les yeux en cas de contact ou de projection.
 Comburant		Comburents - Ces produits peuvent provoquer ou aggraver un incendie , ou même provoquer une explosion s'ils sont en présence de produits inflammables. On les appelle des produits comburents .
 Explosif		Explosifs - Ces produits peuvent exploser au contact d'une flamme, d'une étincelle, d'électricité statique, sous l'effet de la chaleur, d'un choc, de frottements...
 Nocif à l'environnement		Dangereux pour l'environnement - Ces produits provoquent des effets néfastes sur les organismes du milieu aquatique (poissons, crustacés, algues, autres plantes aquatiques...).
 		Dangereux à long terme - Ces produits rentrent dans une ou plusieurs de ces catégories : <ul style="list-style-type: none"> • produits cancérogènes • produits mutagènes • produits toxiques pour la reproduction • produits qui peuvent modifier le fonctionnement de certains organes comme le foie, le système nerveux ... • produits qui peuvent entraîner des graves effets sur les poumons et qui peuvent être mortels s'ils pénètrent dans les voies respiratoires • produits qui peuvent provoquer des allergies respiratoires (asthme par exemple).
		Réceptif sous pression - Certains gaz peuvent exploser sous l'effet de la chaleur : il s'agit des gaz comprimés, des gaz liquéfiés et des gaz dissous. Les gaz liquéfiés

		réfrigérés peuvent, quant à eux, être responsables de brûlures ou de blessures cryogéniques (liées au froid).
--	--	---

VII.5. Panneaux et signalisation de Sécurité

La signalisation joue un rôle capital non seulement en cas de sinistre (accident, incendie...) mais également pour leur prévention.

VII.5.1. Signaux d'interdiction

- cercle rouge sur fond blanc
- dessin représentant l'action qu'il est interdit de faire: exemple interdiction de fumer
- ce dessin est barré d'une ligne rouge



VII.5.2. Signaux d'obligation

- disque bleu
- dessin représentant l'action qu'il est obligatoire de faire: exemple porter un casque...



VII.5.3. Signaux d'avertissement

- triangle jaune avec bord noir
- dessin représentant le danger possible: exemple présence de matières inflammables, de matières toxiques...



Matières radioactives



Danger électrique



Risque biologique



Matières toxiques



Matières corrosives



Danger général

VII.5.4. Signaux pour la lutte contre l'incendie

- carrés ou rectangles rouges
- dessin représentant
 - * un moyen de lutte: extincteur, dévidoir, échelle...
 - * une flèche indiquant la direction vers un moyen de lutte ...



Lance à incendie



Echelle



Extincteur



Chemin vers un matériel
de lutte contre l'incendie

VII.5.5. Signaux de sauvetage et d'évacuation

- carrés ou rectangles verts
- dessin représentant
 - * un dispositif de sauvetage: poste de premiers secours, douche de sécurité, téléphone...
 - * une flèche indiquant la direction vers un dispositif de sauvetage...



Poste de premiers
Secours



Direction vers un
poste de secours



Direction d'une sortie
de secours



Douche de sécurité



Rinçage des yeux

VIII. Les normes d'assurance qualité

1. Définition :

L'Organisation internationale de normalisation (ISO), fondée en 1947, est une association constituée actuellement de 149 comités membres nationaux, les organismes nationaux de normalisation, qui représentent chacun leur pays. L'ISO s'appuie sur un système de comités techniques, de sous-comités et de groupes de travail pour élaborer des normes internationales.

2. Les normes ISO 9000 :

Les normes ISO 9000 sont utilisées depuis les années 90 pour certifier la capacité des entreprises à assurer la qualité de leurs produits et de leurs services.

Le management de la qualité s'appuie généralement sur les normes de la série ISO 9000 version 2000 (publiées le 15 décembre 2000) :

- **ISO 9000 : 2005** : « système de management de la qualité, principes essentiels et vocabulaire » Cette norme expose les principes essentiels et le vocabulaire utilisés dans toutes les normes de la famille ISO 9000.
- **ISO 9001** : « système qualité : exigences »
- **ISO 9002** : « gestion de l'assurance qualité pour la production, l'installation et les services »
- **ISO 9003** : « gestion de l'assurance qualité pour les essais et contrôle pendant le procédé » Depuis l'an 2000 la norme ISO 9001 a remplacé les 3 normes ISO 9001-9002-9003.
- **ISO 9004 :2009** : « gestion des performances durables d'un organisme approche de management par la qualité »

Cette norme donne des conseils pour une amélioration continue de système de management de la qualité

- La série des normes ISO 10000 (ISO 10006, 10007, 10015) : « Systèmes de management de la qualité »

- Actuellement la révision des normes a retenue